



GRUPO
HALLEY

Universidad
Industrial de
Santander



Facultad
de Ciencias

Escuela
de Física

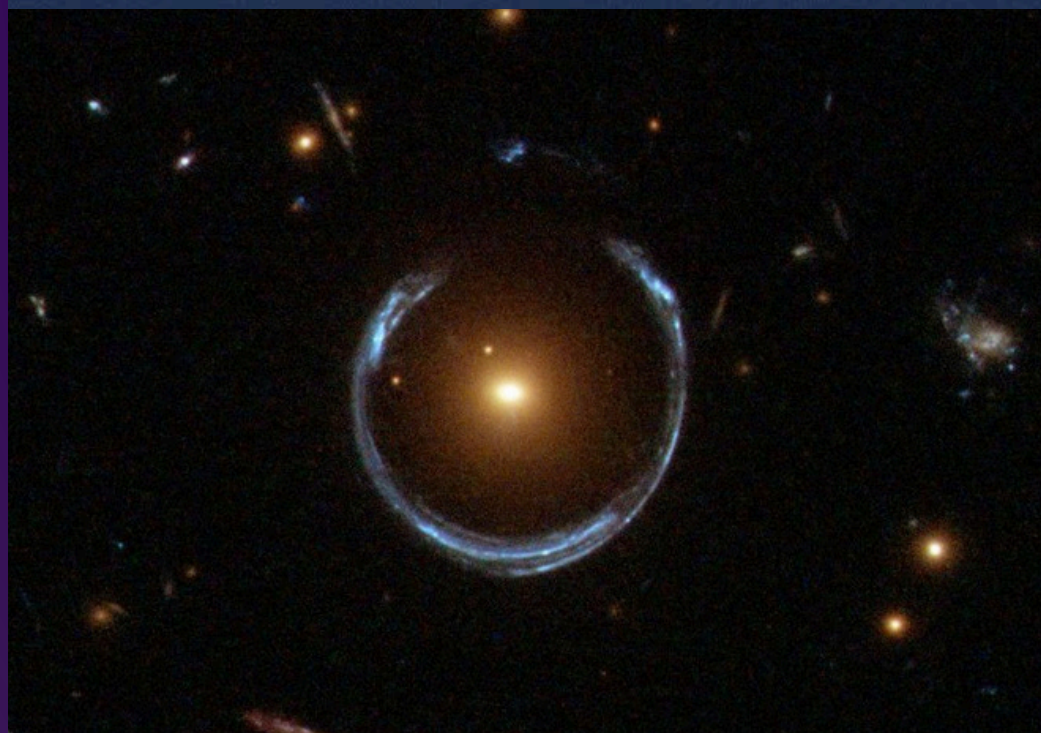
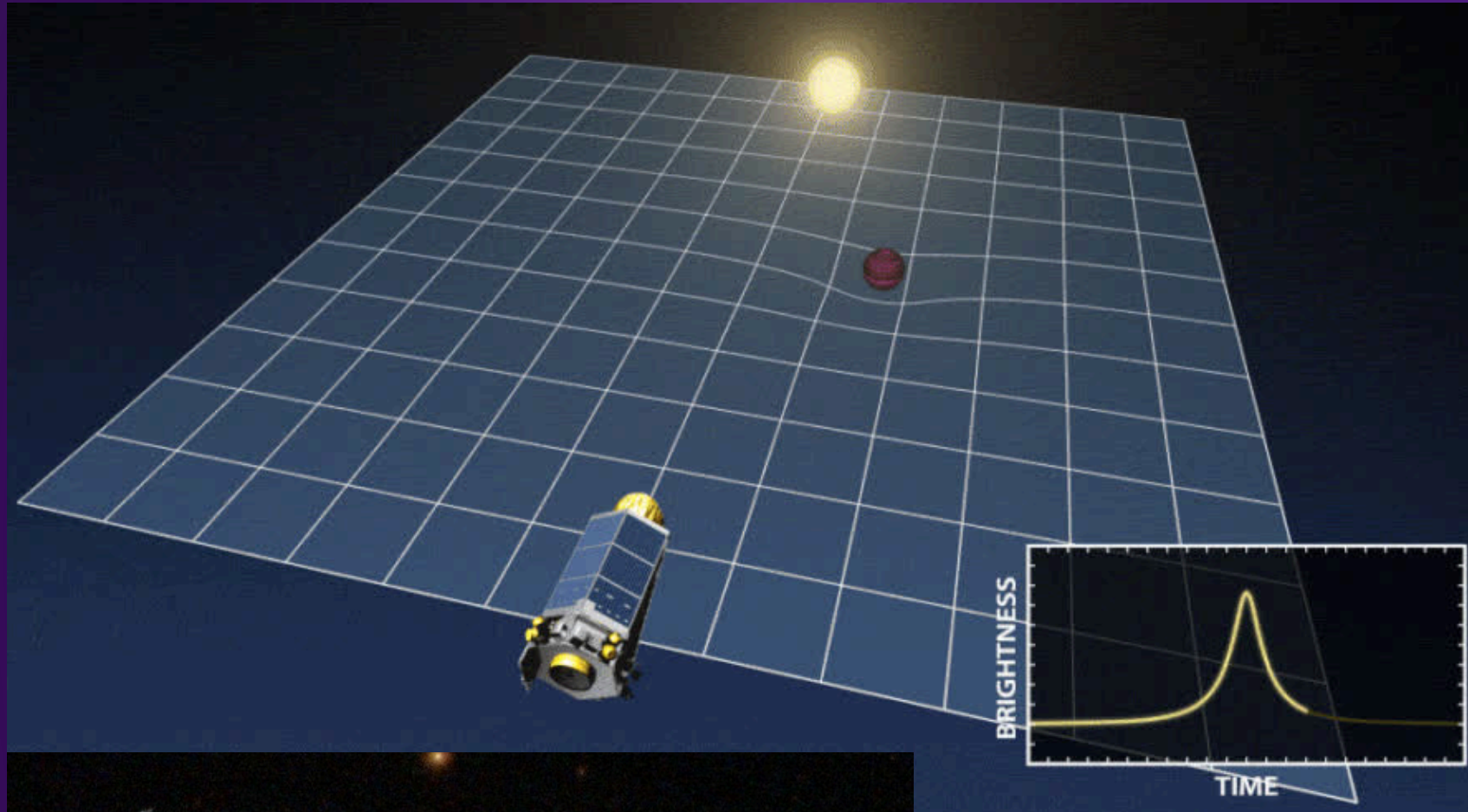
IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE PLANETAS ERRANTES (FFPS) MEDIANTE ALERTAS DEL OBSERVATORIO VERA C. RUBIN

ALEXANDRA SERRANO MENDOZA

KARLA PEÑA RAMIREZ, LUIS A. NUÑEZ

Microlentes Gravitacionales

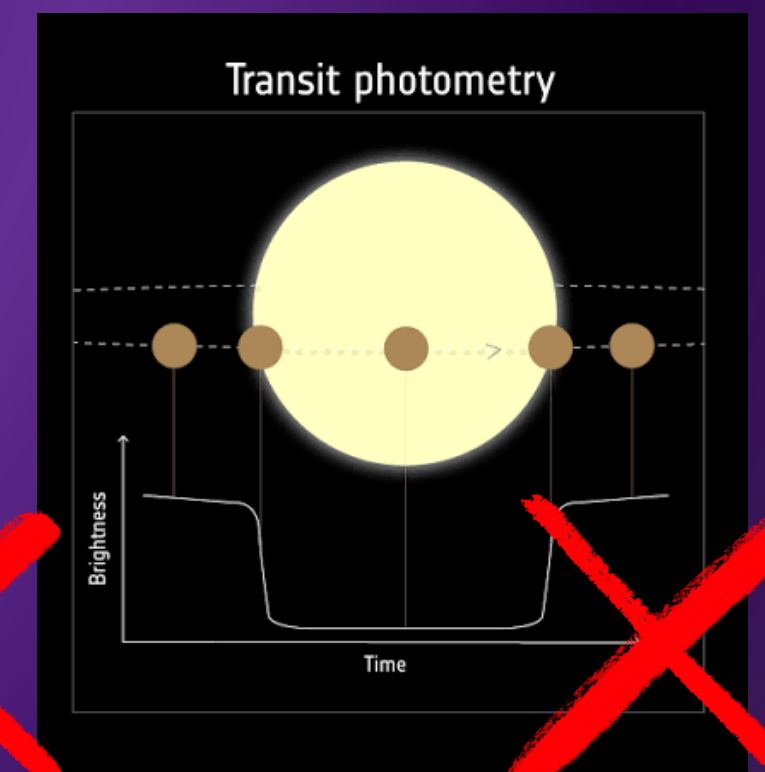
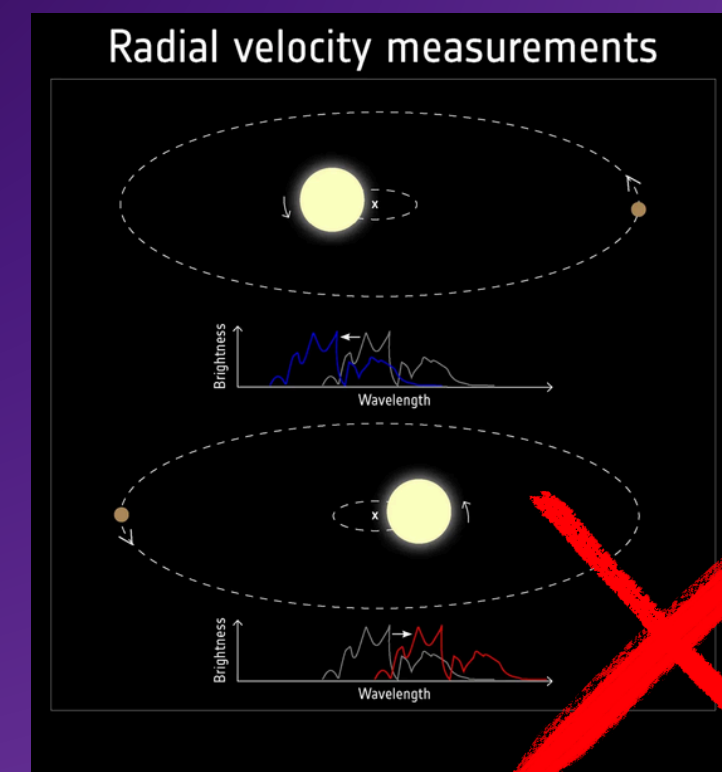
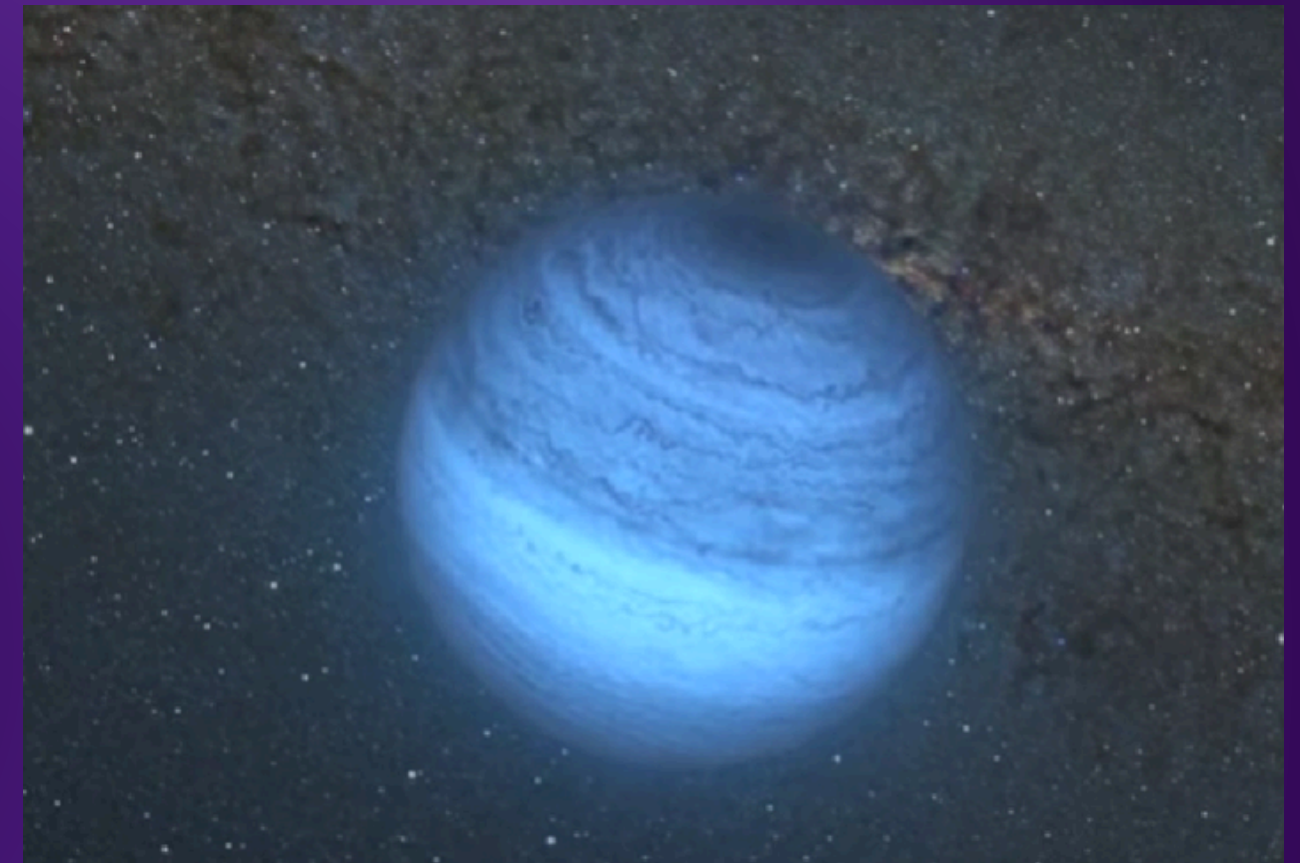
Un objeto masivo (la lente) va a deformar el espaciotiempo a su alrededor. Cuando una estrella distante de fondo (fuente) y un planeta errante (lente) se alinean con la Tierra, la gravedad del planeta va a curvar la luz de la estrella.



Free Floating Planet (FFP)

- Los **planetas errantes** son aquellos que viajan por el espacio interestelar.
- No están vinculados gravitacionalmente a una estrella.
- Fríos y oscuros, no se pueden detectar por medios tradicionales (tránsito o velocidad radial).
- La población de este tipo de objetos puede igualar o superar el número de estrellas en la secuencia principal de nuestra galaxia.

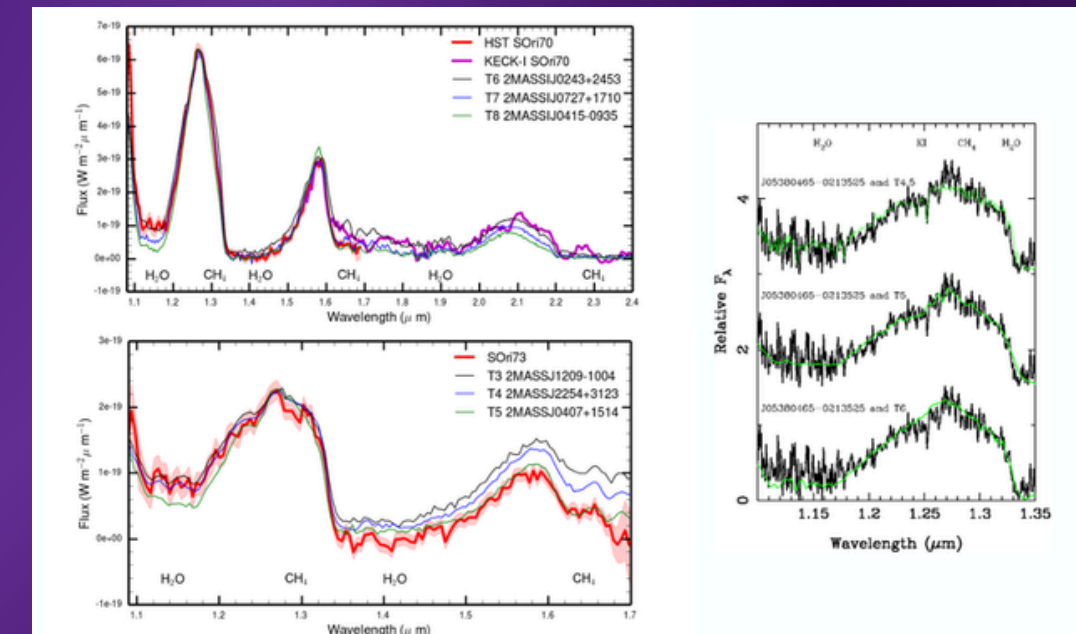
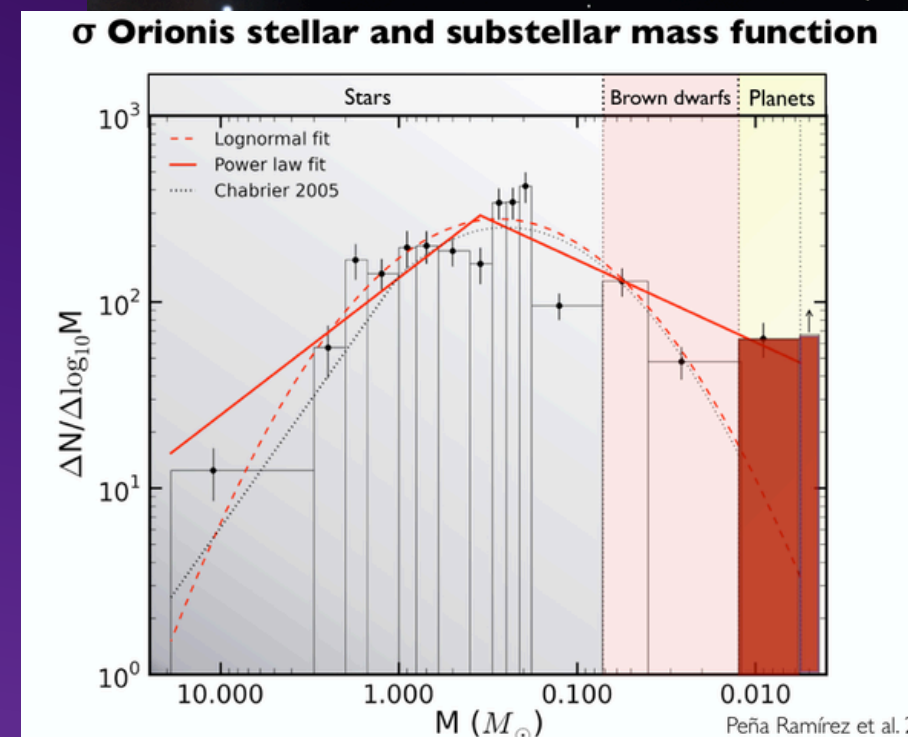
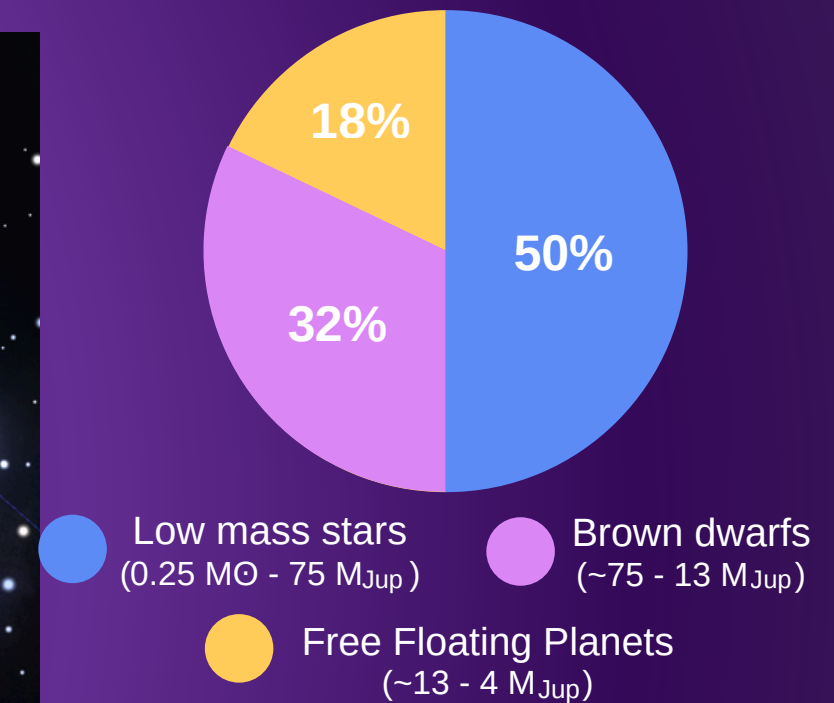
¿Cómo detectamos millones de objetos que no emiten luz propia ni orbitan alrededor de una fuente de luz?



Free Floating Planet (FFP) - Detección

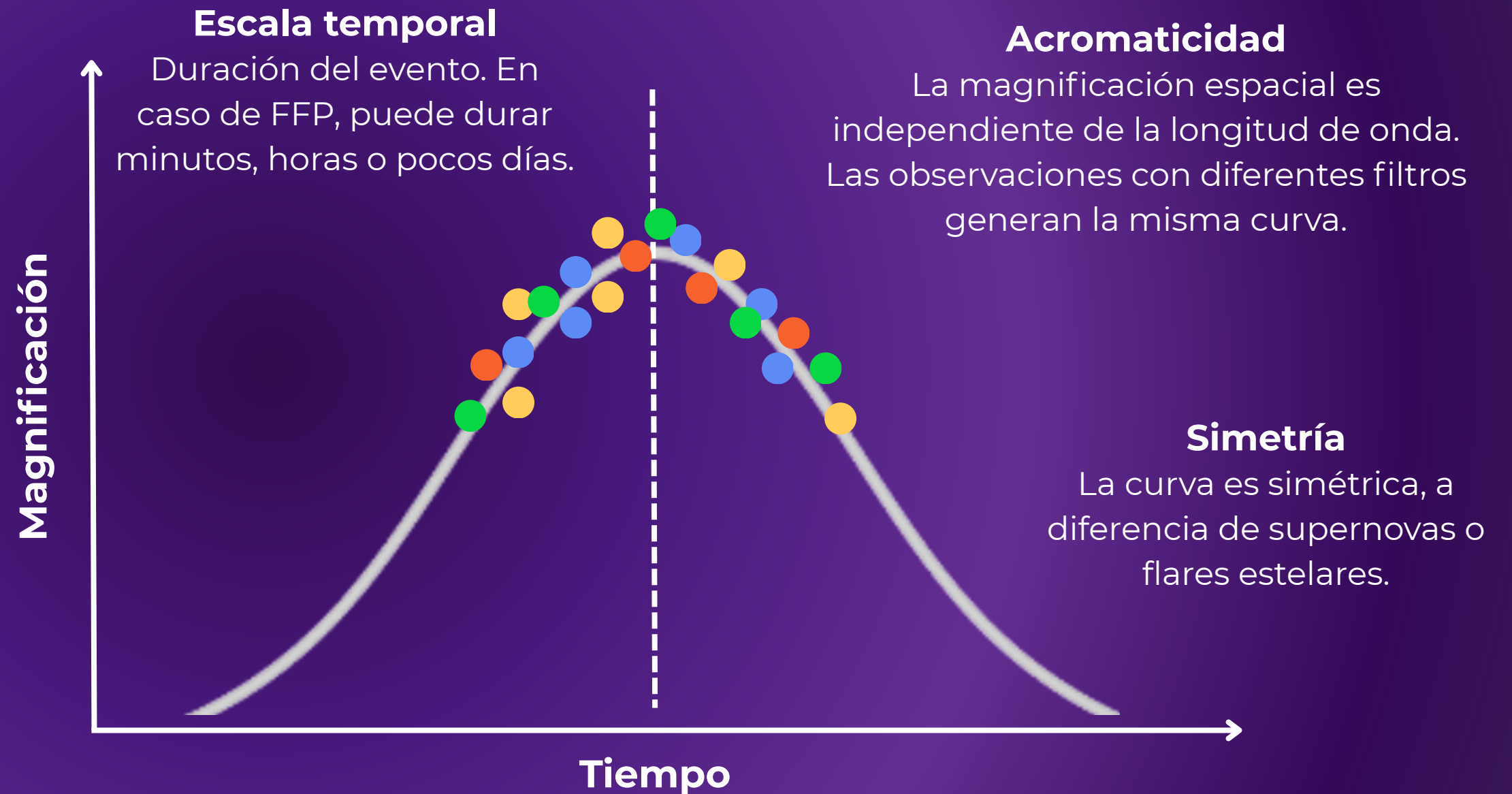
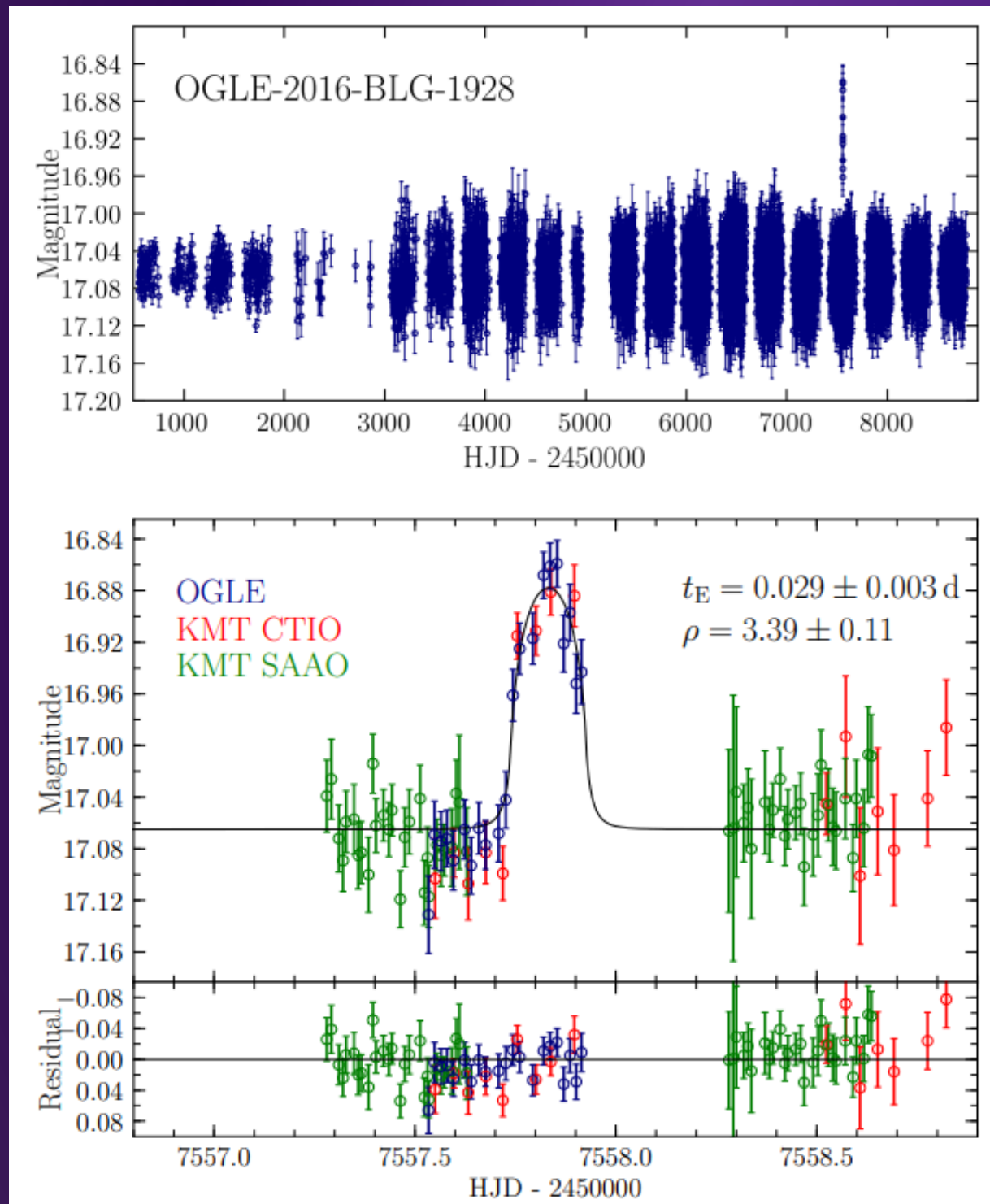
Imágen Directa/Fotometría e IR cercano, espectroscopía en cúmulos estelares y regiones de formación estelar

- Regiones de formación estelar como σ Orionis y Upper Scorpius (evolución de discos protoplanetarios, estrellas de baja masa y planetas errantes).
- Fotometría de los objetos en esas regiones.
- Identificar dónde hay FFP y de hasta cuantas masas de Jupiter (7 masas de Jupiter).
- Espectrogramas de los objetos con diferentes telescopios.
- Por modelos, sabemos cómo sería el espectro de este tipo de objetos y verificamos si cumple o no.



Free Floating Planet (FFP) - Detección

Microlentes gravitacionales para detectar FFPs



Como la separación angular entre las imágenes resultantes es del orden de microsegundos de arco (μ as), no podemos ver dos visualmente dos imágenes separadas, pero el fenómeno se detecta como un aumento temporal, simétrico y acromatico (igual en diferentes bandas) y no repetitivo de la estrella de fondo.

Free Floating Planet (FFP) - Detección

Microlentes gravitacionales para detectar FFPs

Estrella Lente

~ 20 - 100 días

Jupiter Errante

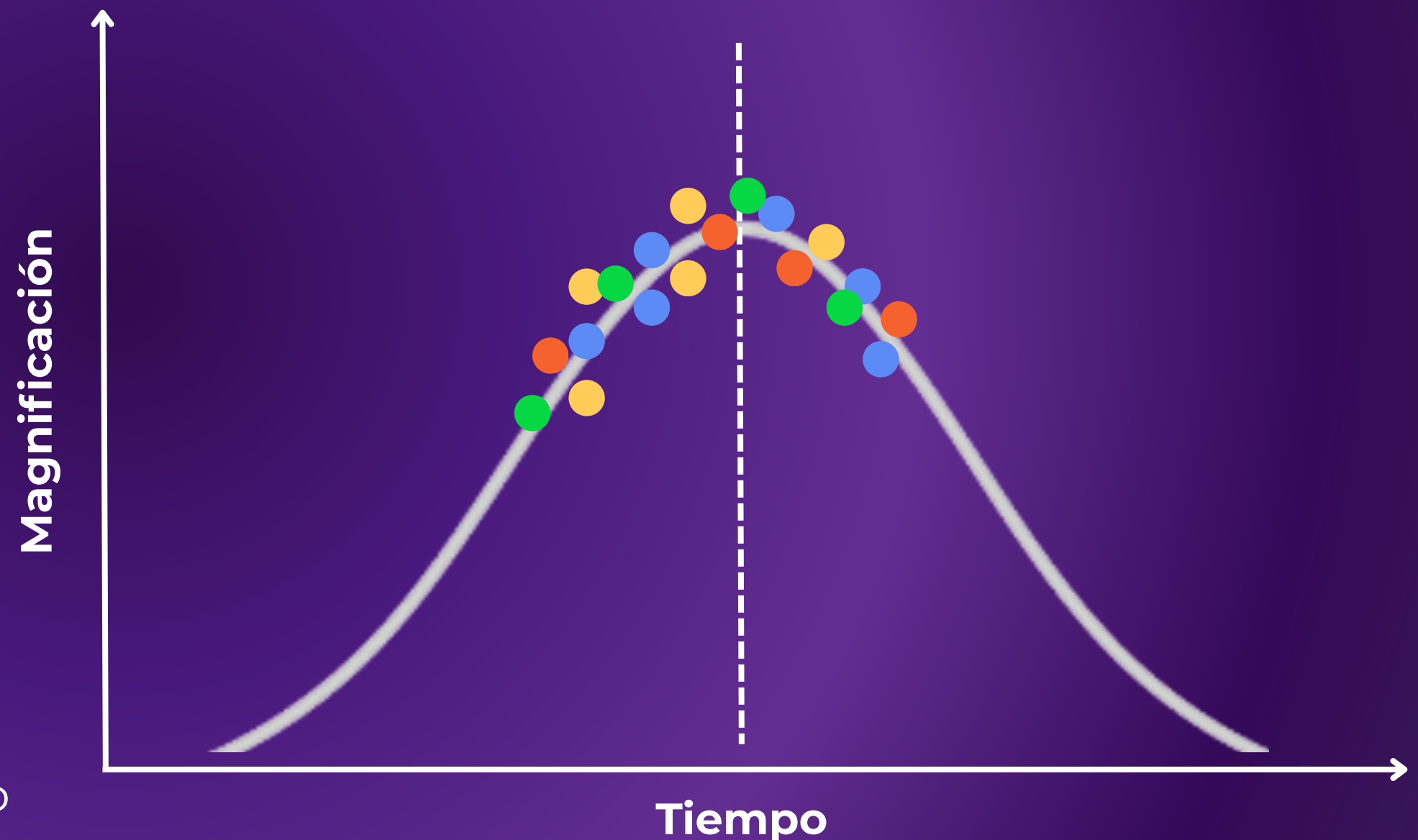
~ 1 - 2 días

Tierra Errante

< 0.1 días



Escala de tiempo muy corta. El destello aparece y desaparece en cuestión de horas,



Observatorio Vera C. Rubin

- El observatorio tiene una cadencia muy rápida, hace un muestreo sistemático de los mismos campos estelares 1 a 2 veces por noche.
- inspecciona todo el cielo visible (hemisferio sur) cada pocas noches.
- tiene múltiples filtros (g, r, i, z) para caracterizar las fuentes en tiempo real.
- LSST genera una alerta por cada objeto que cambie su brillo o posición espacial, generando 10 millones de alertas por noche.
- Las alertas de microlentes de masas terrestres duran pocas horas.



Observatorio Vera C. Rubin

Cambios detectados en UNA sola imagen de Rubin

~ 200

Supernovas

Rubin descubrirá más estrellas en explosión en sus primeros meses de lo que hemos encontrado en toda la historia.

~ 7200

Estrellas Variables

Rubin puede detectar estrellas cuyo brillo varía en escalas de tiempo que van desde segundos hasta años.

~ 70

Núcleo Galáctico Activo

La mayoría de las galaxias grandes tienen agujeros negros supermasivos en su centro, pero estos agujeros negros especiales están ingiriendo material de forma activa y/o variando en brillo.

?

Otra actividad en el espacio

¿Estrellas destrozadas en eventos de disrupción de marea? ¿Explosiones de luz procedentes de estrellas de neutrones en colisión? ¡Rubin captará todo tipo de sorpresas!

~ 400

Objetos del Sistema Solar

... y algunas imágenes podrían tener 10 veces más asteroides, cometas, y otros objetos, dependiendo en dónde observemos



Observatorio Vera C. Rubin

- Hay eventos de microlensing que se pueden identificar en esas alertas de Rubin y LSST.
- Hay que diferenciar cuales de esas alertas si son microlensing y cuales no.
- Identificamos cuales son los brokers que identifican microlensing o los dejan como unclassified (ALERCE, FINK, LASAIR)
- Buscamos en regiones densas del plano galactico para tener más oportunidad de encontrar el alineamiento necesario del microlente.
- De la lista de candidatos filtramos por las duraciones del evento (los FFP son de muy corta duración, horas o pocos días), identificar cuales son simétricos, que haya la magnificación similar en diferentes bandas, y debe haber un único pico en la magnificación.

Brokers

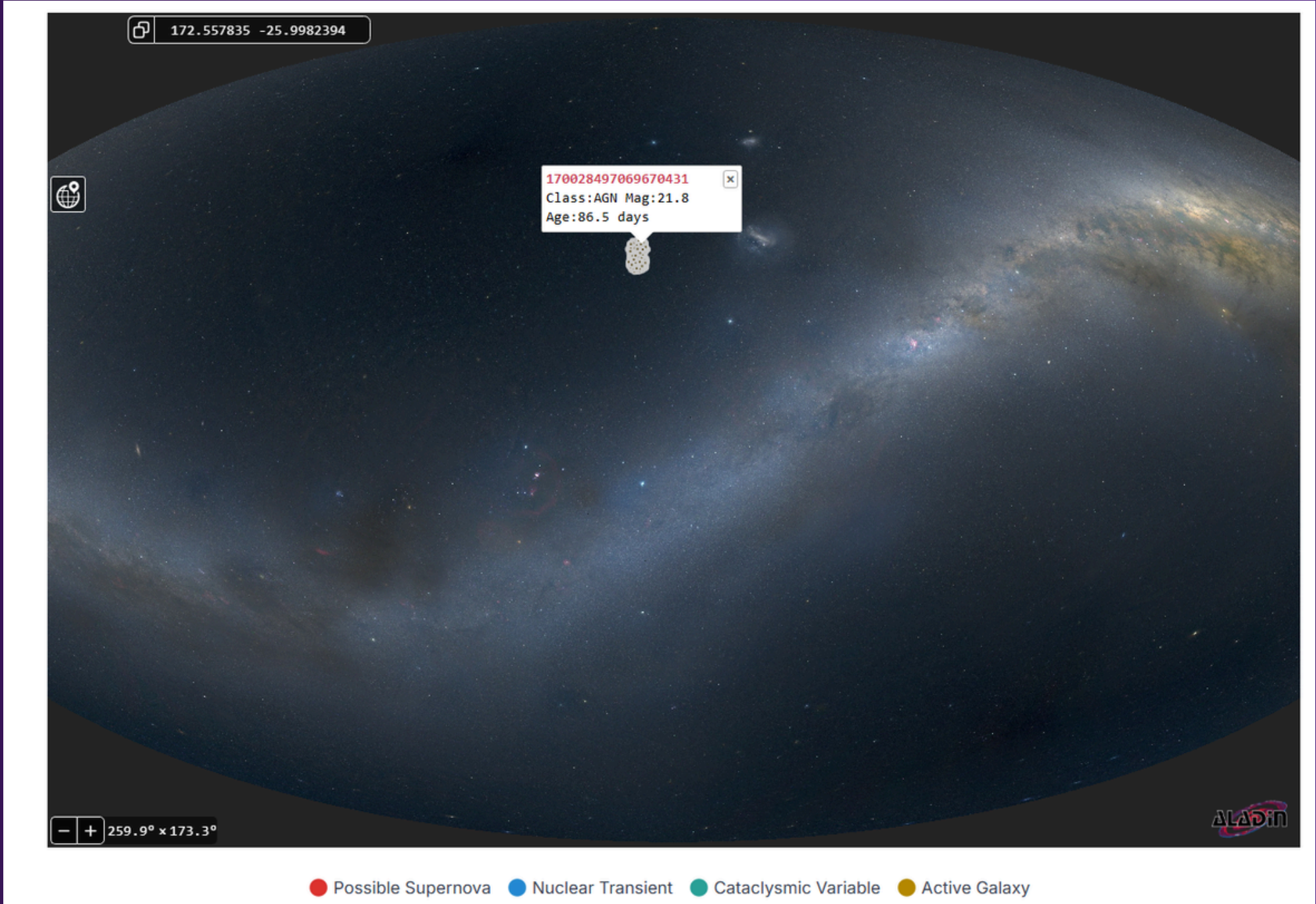


ALeRCE
Automatic Learning for the
Rapid Classification of Events

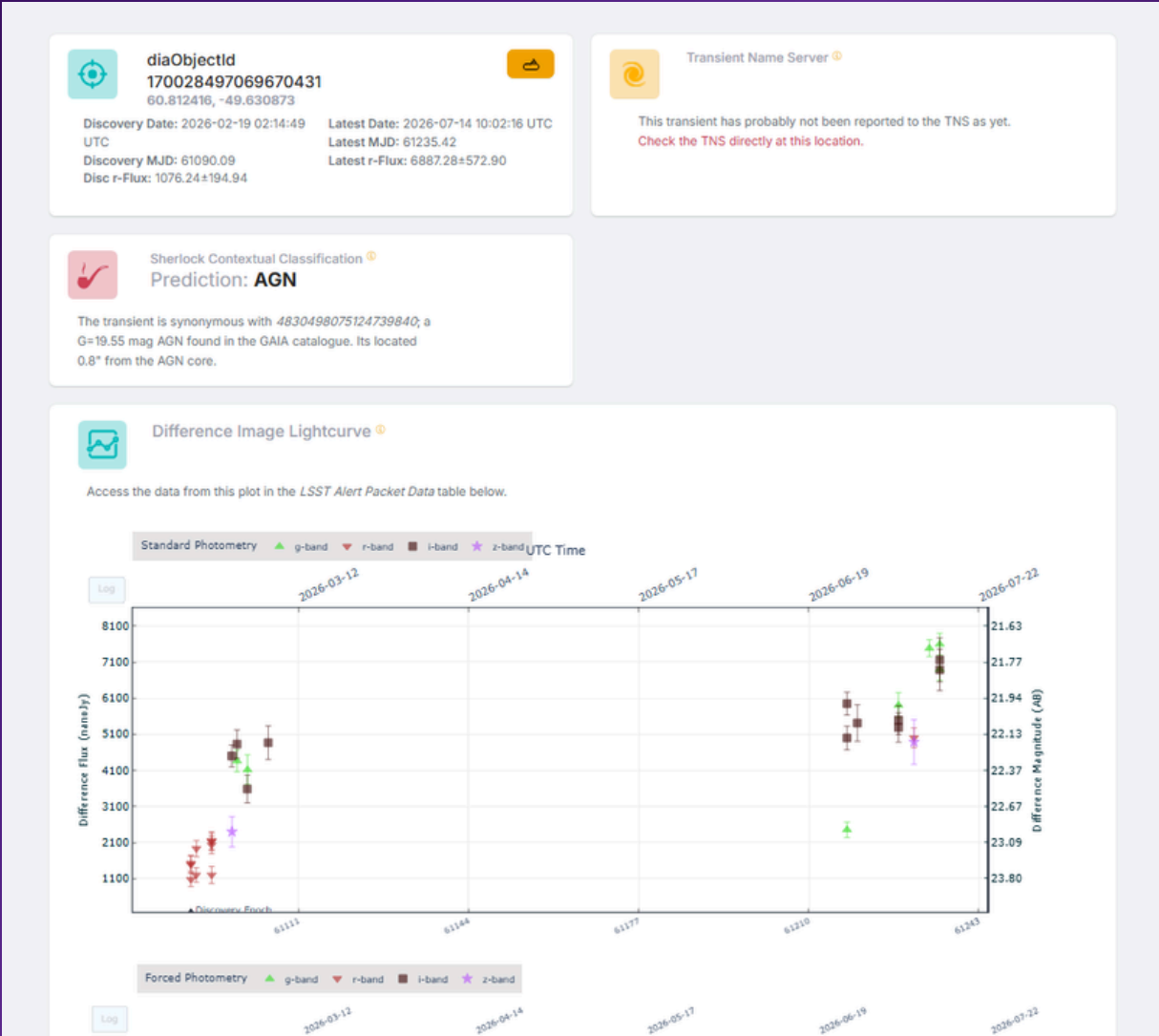
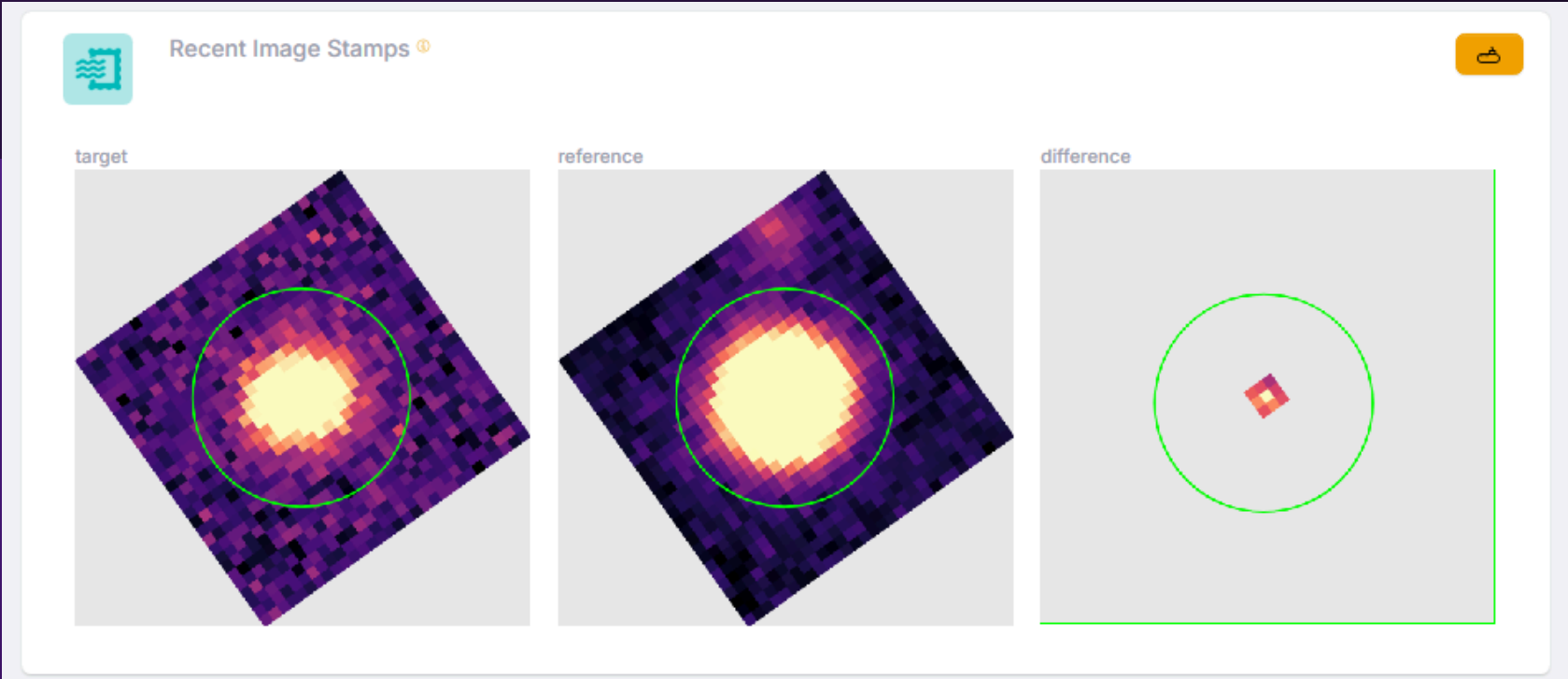


- Los brokers ayudan a clasificar esas alertas y cruzan la información con catalogos historicos
- ayudan a clasificar las alertas de acuerdo al fenómeno en poco tiempo
- Los brokers están optimizados para detectar curvas de luz con amplia evolucion temporal (Supernovas) o alta periodicidad (estrellas variables), entonces para eventos de corta duración (0.1 días) hay pocos puntos fotométricos, por lo que los destellos de FFPs terrestres pueden ser clasificados como ruido instrumental, flares/llamaradas estelares

Brokers



<https://lasair.lsst.ac.uk>



Clasificación automática con Hyrax

- Entrenar un clasificador binario para que identifique los eventos de microlente.
- Testear los candidatos de los brokers y validar cuales pueden ser candidatos ideales.
- Hacer un crossmatch de los candidatos, los validamos en diferentes bandas para completar la curva de luz.
- La idea es que el algoritmo pueda mapear la simetria y acromaticidad en ventanas de tiempo cortas (horas en lugar de semanas), que pueda distinguir la firma de un lente de masa planetaria frente a la contaminacion de flares estelares

